

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-092116

(43)Date of publication of application : 04.04.1997

(51)Int.Cl.

H01H 59/00
H01H 11/00
H01L 21/3065

(21)Application number : 07-244273

(71)Applicant : OMRON CORP

(22)Date of filing : 22.09.1995

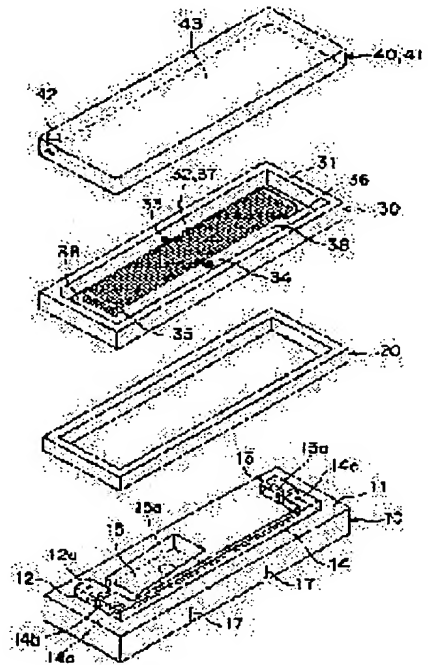
(72)Inventor : MORIGUCHI MAKOTO
SASAKI AKIRA
NAKANISHI YOICHI

(54) ELECTROSTATIC RELAY, AND MANUFACTURE OF ELECTROSTATIC RELAY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small-type electrostatic relay of a power-saving type, and a manufacturing method thereof.

SOLUTION: A normally closed movable contact 36 provided on a movable piece 32 comprising a semiconductor crystal base material rotatably supported through a pair of hinge parts 33, 34 above a fixed contact block 10 is higher than a normally opened movable contact 35. In the case where a voltage is not applied to an electrode 15 for driving and the movable piece 32, the normally closed movable contact 36 is in contact with normally closed fixed contacts 13, 14c. In the meantime, as a voltage is applied to both of them to generate electrostatic attractive force, the movable piece 32 is rotated about hinge parts 33, 34 as support points, and the normally opened movable contact 35 gets in contact with a normally opened fixed contact 12 and a common fixed contact 14.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-92116

(43) 公開日 平成9年(1997)4月4日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 H 59/00			H 0 1 H 59/00	
			11/00	V
H 0 1 L 21/3065			H 0 1 L 21/302	J

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平7-244273

(22) 出願日 平成7年(1995)9月22日

(71) 出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72) 発明者 森口 誠

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

(72) 発明者 佐々木 昌

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

(72) 発明者 仲西 陽一

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

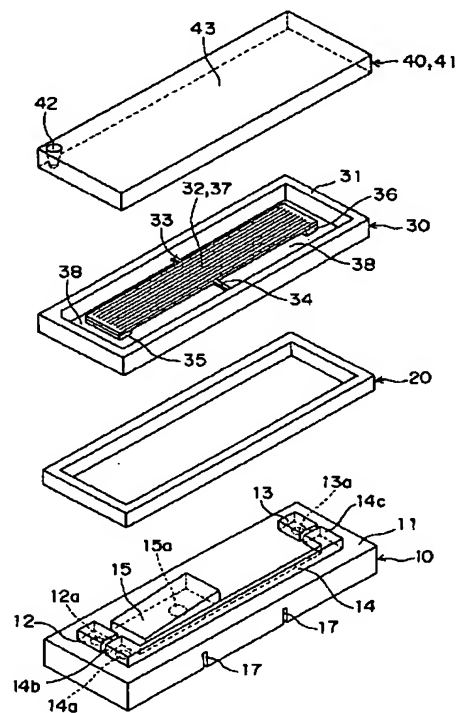
(74) 代理人 弁理士 青山 葆 (外2名)

(54) 【発明の名称】 静電継電器および静電継電器の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 小型で節電タイプの静電継電器およびその製造方法を提供することにある。

【解決手段】 固定接点ブロック10の上方で一对のヒンジ部33、34を介して回動可能に支持された半導体結晶基材からなる可動片32に設けた常閉可動接点36が常開可動接点35よりも高い。そして、駆動用電極15および可動片32に電圧を印加していない場合は、常閉可動接点36が常閉固定接点13、14cに接触している。一方、前述の両者に電圧を印加して静電引力を生じさせると、可動片32がヒンジ部33、34を支点に回動し、常開可動接点35が常開固定接点12および共通固定接点14に接触する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁性基板の上面両端部に一对の常開固定接点および一对の常閉固定接点をそれぞれ設けるとともに、一对の前記常開固定接点近傍に駆動用電極を設けた固定接点ブロックと、この固定接点ブロックの上方で一对のヒンジ部を介して回動可能に支持され、かつ、下面両端部に常開可動接点および常閉可動接点をそれぞれ設けた半導体結晶基材からなる可動片とからなり、前記常閉固定接点および常閉可動接点のうち、少なくともいずれか一方が前記常開固定接点および常開可動接点よりも高く、前記駆動用電極および可動片に電圧を印加していない場合に、前記常閉可動接点が常閉固定接点に接触する一方、前記駆動用電極および可動片に電圧を印加して両者間に静電引力を生じさせた場合に、前記可動片が回動し、常開可動接点が常開固定接点に接触することを特徴とする静電継電器。

【請求項2】 一对の前記常開固定接点のいずれか一方と、一对の前記常閉固定接点のいずれか一方とを電気接続して共通固定接点としたことを特徴とする請求項1に記載の静電継電器。

【請求項3】 前記固定接点ブロックに設けた駆動用電極の上端面のうち、ヒンジ部近傍の片側縁部が常開固定接点近傍の片側縁部よりも高いテーパ面としたことを特徴とする請求項1または2に記載の静電継電器。

【請求項4】 前記可動片に設けた一对のヒンジ部を、前記可動片の中心から偏心した位置に設けたことを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の静電継電器。

【請求項5】 前記可動片の巾寸法のうち、ヒンジ部から片側部分の巾寸法を、残る片側部分の巾寸法よりも小さくしたことを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1項に記載の静電継電器。

【請求項6】 前記可動片の表裏面のうち、少なくともいずれか一方の片面に複数本の乱流防止用溝を長さ方向に設けたことを特徴とする請求項1ないし5のいずれか1項に記載の静電継電器。

【請求項7】 前記可動片に乱流防止用貫通孔を設けたことを特徴とする請求項1ないし6のいずれか1項に記載の静電継電器。

【請求項8】 絶縁性基板の上面両端部に一对の常開固定接点および一对の常閉固定接点をそれぞれ設けるとともに、一对の前記常開固定接点近傍に駆動用電極を設けた固定接点ブロックと、半導体結晶基材のウェハにエッチングで一对の平面略コ字形のスリットを形成し、可動片およびこれを回動可能に支持する一对のヒンジ部をくり貫くとともに、前記固定接点ブロックの上面の周辺縁部に接合一体化した可動接点ブロックと、この可動接点ブロックの上面の周辺縁部に接合一体化して密封するカバーとからなることを特徴とする請求項1ないし7のいずれか1項に記載の静電継電器。

【請求項9】 前記可動接点ブロックの床面積を固定接点ブロックよりも大きくし、露出する可動接点ブロックの上下面のいずれか一方に電気接続することを特徴とする請求項8に記載の静電継電器。

【請求項10】 前記カバーの床面積を可動接点ブロックよりも大きくし、露出するカバーの下面を介して前記可動接点ブロックに電気接続することを特徴とする請求項8に記載の静電継電器。

【請求項11】 前記カバーが、絶縁性基板からなり、かつ、周辺縁部に前記可動接点ブロックの周辺縁部に電気接続するための貫通孔を設けたことを特徴とする請求項8に記載の静電継電器。

【請求項12】 カバーと、半導体結晶基材のウェハからなり、かつ、一对のヒンジ部を介して回動可能に支持された可動片を有する可動接点ブロックとを接合一体化する静電継電器において、可動接点ブロックをカバーに接合一体化した後、前記半導体結晶基材のウェハをエッチングして一对の平面略コ字形のスリットを形成し、可動片およびこれを回動可能に支持する一对のヒンジ部をくり貫くことを特徴とする静電継電器の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は静電引力を駆動源とする静電継電器および静電継電器の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、静電引力を駆動源とする静電継電器としては、例えば、特開平2-100224号公報に記載の静電式リレーがある。すなわち、図16に示すように、上面中央部に設けた一对の駆動用電極層2a、2bの両側に固定接点層3a、3bおよび4a、4bをそれぞれ形成したベース1に、2本の棒状スペーサ5、5を介して半導体結晶基材6を積層一体化したものである。この半導体結晶基材6は、その内部に可動片8を一对のヒンジ部7、7を介して回動可能に支持したものであり、可動片8の下面の両側端部には可動接点9a、9bが設けられている。

【0003】 そして、駆動用電極層2aと可動片8との間、または、駆動用電極層2bと可動片8との間に直流電圧を交互に印加すると、駆動用電極層2aと可動片8の前方部8aとの間、または、駆動用電極層2bと可動片8の後方部8bとの間にそれぞれ静電引力が生じる。このため、ヒンジ部7、7を支点に可動片8が回動し、可動接点9aまたは9bが固定接点層3a、3bまたは4a、4bに交互に接触し、電気回路を開閉する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前述の静電継電器では、直流電圧を印加していない場合、可動接点9a、9bのいずれもが固定接点層3a、3bおよび4a、4bから開離している。このため、例えば、い

ずれか一方の接点を、常時、閉成する必要がある場合には、直流電圧を常に印加しつづけなければならない、消費電力が多く、不経済であった。また、可動片8を回動させるためには一對の駆動用電極層2a, 2bが必要であり、広い床面積が必要であるので、床面積の小さい小型の静電継電器が得られないという問題点がある。

【0005】本発明は、前記問題点に鑑み、小型で節電タイプの静電継電器およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明にかかる静電継電器は、前記目的を達成するため、絶縁性基板の上面両端部に一對の常開固定接点および一對の常閉固定接点をそれぞれ設けるとともに、一對の前記常開固定接点近傍に駆動用電極を設けた固定接点ブロックと、この固定接点ブロックの上方で一對のヒンジ部を介して回動可能に支持され、かつ、下面両端部に常開可動接点および常閉可動接点をそれぞれ設けた半導体結晶基材からなる可動片とからなり、前記常閉固定接点および常閉可動接点のうち、少なくともいずれか一方が前記常開固定接点および常開可動接点よりも高く、前記駆動用電極および可動片に電圧を印加していない場合に、前記常閉可動接点が常閉固定接点に接触する一方、前記駆動用電極および可動片に電圧を印加して両者間に静電引力を生じさせた場合に、前記可動片が回動し、常開可動接点が常開固定接点に接触する構成としてある。

【0007】一對の前記常開固定接点のいずれか一方と、一對の前記常閉固定接点のいずれか一方とを電気接続して共通固定接点としてもよい。

【0008】前記固定接点ブロックに設けた駆動用電極の上端面のうち、ヒンジ部近傍の片側縁部が常開固定接点近傍の片側縁部よりも高いテーパ面としてもよい。

【0009】前記可動片に設けた一對のヒンジ部は、前記可動片の中心から偏心した位置に設けてもよい。

【0010】前記可動片の巾寸法のうち、ヒンジ部から片側部分の巾寸法を、残る片側部分の巾寸法よりも小さくしてもよい。

【0011】前記可動片の表裏面のうち、少なくともいずれか一方の片面に複数本の乱流防止用溝を長さ方向に設けてもよく、また、前記可動片に乱流防止用貫通孔を設けてもよい。

【0012】絶縁性基板の上面両端部に一對の常開固定接点および一對の常閉固定接点をそれぞれ設けるとともに、一對の前記常開固定接点近傍に駆動用電極を設けた固定接点ブロックと、半導体結晶基材のウェハにエッチングで一對の平面略コ字形のスリットを形成し、可動片およびこれを回動可能に支持する一對のヒンジ部をくり貫くとともに、前記固定接点ブロックの上面の周辺縁部に接合一体化した可動接点ブロックと、この可動接点ブロックの上面の周辺縁部に接合一体化して密封するカバ

ーとで構成してもよい。

【0013】前記可動接点ブロックの床面積を固定接点ブロックよりも大きくし、露出する可動接点ブロックの上下面のいずれか一方に電気接続してもよく、また、前記カバーの床面積を可動接点ブロックよりも大きくし、露出するカバーの下面を介して前記可動接点ブロックに電気接続してもよい。

【0014】前記カバーは、絶縁性基板からなり、かつ、周辺縁部に前記可動接点ブロックの周辺縁部に電気接続するための貫通孔を有するものであってもよい。

【0015】また、カバーと、半導体結晶基材のウェハからなり、かつ、一對のヒンジ部を介して回動可能に支持された可動片を有する可動接点ブロックとを接合一体化する静電継電器において、可動接点ブロックをカバーに接合一体化した後、前記半導体結晶基材のウェハをエッチングして一對の平面略コ字形のスリットを形成し、可動片およびこれを回動可能に支持する一對のヒンジ部をくり貫いて静電継電器を製造してもよい。

【0016】

【発明の実施の形態】次に、本発明にかかる実施の形態を図1ないし図15の添付図面に従って説明する。本願発明にかかる第1の実施の形態は、図1ないし図9に示すように、大略、固定接点ブロック10と、スペーサ20と、可動接点ブロック30と、カバー40とで構成される静電継電器50である。

【0017】固定接点ブロック10は、ガラス等の絶縁性基板11の上面隅部に、常開、常閉固定接点12, 13をそれぞれ設けるとともに、この常開、常閉固定接点12, 13の近傍に端部14b, 14cをそれぞれ配した平面略コ字形の共通固定接点14を設けたものである。そして、常開、常閉固定接点12, 13および共通固定接点14はスルーホール12a, 13aおよび14aを介して絶縁性基板11の裏面で電気接続可能となっている。さらに、スルーホール12a, 14aの近傍に駆動用固定電極15が設けられている。この駆動用電極15は、スルーホール15aに電気接続されているとともに、図2に示すように、その上端面が均一な厚さのエレクトレット15bで被覆されたテーパ面となっている。そして、絶縁性基板11の下面には導電層16が形成され、各スルーホール12a, 13a, 14a, 15aを絶縁するためのスリット17が設けられている。なお、絶縁性を高めるため、常開固定接点12と共通固定接点14の端部14bとの間、または、常閉固定接点12と共通固定接点14の端部14cとの間に絶縁材を配置しておいてもよい。

【0018】スペーサ20は、後述する可動接点ブロック30の可動片32を回動させるためのスペースを確保するとともに、沿面距離を確保して絶縁特性を高めるためのものであり、ガラス、ポリマー樹脂等からなり、前記固定接点ブロック10の上面縁部に載置できる平面略

長方形の枠体である。

【0019】可動接点ブロック30は、半導体単結晶基材からなるウェハ31、例えば、平面長方形の板状P型シリコン単結晶（面方位 100）のウェハにエッチング処理を施して可動片32および一對のヒンジ部33、34をくり貫き、このヒンジ部33、34を介して可動片32を回動可能に支持したものである。そして、この可動片32は、その下面の両側端部に常開、常閉可動接点35、36をそれぞれ設けてある一方、その上面に所定のピッチで複数本の縦溝37が形成されている。この縦溝37は可動片32が回動する際における空気抵抗を抑制し、動作特性の向上を図るためのものである。ただし、前記常閉可動接点36は、常開可動接点35よりも高い。

【0020】カバー40は、ガラス、ポリマー樹脂等の絶縁材からなる平面長方形の板状体41からなり、その隅部にスルーホール42が設けられている一方、その上面には導電層43が形成されている。例えば、板状体41がパイレックス（商品名）であれば、前述のシリコン単結晶からなるウェハ31と熱膨張率が等しく、陽極接合しやすいので、好適である。なお、板状体41が導電性基板であれば、スルーホール42、導電層43は不要であるが、板状体41の下面のうち、少なくとも可動片32と対向する部分に絶縁膜を形成しておくことが好ましい。ただし、板状体41の下面の露出面は必ずしも環状である必要はなく、可動接点ブロック30に電気接続できる面積を有していればよい。

【0021】次に、前述の静電継電器の製造方法について説明する。この実施形態にかかる静電継電器50は、カバー40に、可動接点ブロック30、スペーサ20および固定接点ブロック10を順次積層一体化して製造されるが、まず、図5および図6に示すように、可動接点ブロック30の製造方法について説明する。

【0022】シリコン単結晶のウェハ31の下面全面にスパッタリング等で導電層61を設け（図5（a））、さらに、表裏面の全面に、例えば、 SiO_2 の第1、第2絶縁膜層62、63を形成する（図5（b））。そして、第1、第2絶縁膜層62、63の不要部分を第1回目のパターンニングで除去する（図5（c））。この結果、第1回目のパターンニング後の第1絶縁膜層62は前記可動片32と同一平面形状を有する一方、第1回目のパターンニング後の第2絶縁膜層63は、環状の周辺縁部およびヒンジ部33、34となる部分に重なり合う部分だけが残存している。

【0023】次に、ウェハ31の表裏面に SiN からなる第3、第4絶縁膜層64、65を形成した後（図5（d））、第3、第4絶縁膜層64、65の不要部分を第2回目のパターンニングで除去する。この結果、第2回目のパターンニング後のウェハ31の上面には環状溝部66が形成される一方、第2回目のパターンニング

後のウェハ31の下面には、ヒンジ部33、34となる部分に重なり合う第4絶縁膜層65の部分だけを残し、底面に導電層61が露出する環状溝部67が形成される（図5（e））。

【0024】そして、可動片32を形成する第3絶縁膜層64のうち、その両端縁部に導電材からなる常開可動接点35（図5（f））および常閉可動接点36をそれぞれ形成する。このとき、常閉可動接点36は常開可動接点35よりも高さ寸法の大きい導電材で形成してある。

【0025】さらに、ウェハ31の下面に形成した環状溝部67のうち、ヒンジ部33、34となる部分と重なり合う第2絶縁膜層63の部分だけを残してエッチングし、シリコンウェハ31が露出する不連続な一對の深溝68を環状溝67の底面に形成する（図6（a））。ついで、ヒンジ部33、34となる部分と重なり合う第2絶縁膜層63の部分を除去する（図6（b））。このとき、ヒンジ部33、34となる部分と重なり合う導電層61の部分と、シリコンウェハ31が露出する不連続な深溝68との間に段差が形成されている。

【0026】ついで、ウェハ31の下面に設けた環状溝部67を一様にエッチングしてさらに深くする（図6（c））。このとき、ヒンジ部33、34となる部分に重なり合う部分と、不連続な略コ字形の深溝68との間には段差が残存している。

【0027】第4絶縁膜層65をすべて除去し（図6（d））、環状溝部67およびこれに囲まれた可動片32となる部分を同時にエッチングして可動片32およびヒンジ部33、34を形成した後（図6（e））、第2絶縁膜層63の残部を除去し、導電層61を露出させる（図6（f））。このとき、ヒンジ部33、34となる部分と、不連続な略コ字形の深溝68との間には段差が残存している。

【0028】そして、図7に示すように、カバー43の片面に前述の可動接点ブロック30を陽極接合で接合一体化した後（図7（a））、ウェハ31の上面に形成された環状溝部66だけをエッチング処理することにより、ヒンジ部33、34を残しつつ、平面略コ字形の一對のスリット38、38（図1）を形成することにより、ウェハ31から可動片32およびヒンジ部33、34をくり貫き、前記ヒンジ部33、34を介して可動片32を回動可能に支持した後（図7（b））、第3絶縁膜層64を除去する（図7（c））。

【0029】一方、固定接点ブロック10は、図8に示すように、パイレックスガラスからなる絶縁性基板11にドリル加工およびサンドブラスト処理で貫通孔を形成した後、その貫通孔の内周面に導電材を蒸着してスルーホール12a、13a、14aおよび15aを形成し（図8（a））、ついで、その上面に常開、常閉固定接点12、13、共通固定接点14および駆動用電極台1

5bをスクリーン印刷等でそれぞれ形成し(図8

(b))、さらに、前記駆動用電極台15bの上端面だけにスクリーン印刷等を再度施してテーパ面15cを形成し(図8(c))、そのテーパ面15cに均一な厚さを有するエレクトレット15dを装着することにより、駆動用電極15を備えた固定接点ブロック30が完成する(図8(d))。

【0030】なお、前記貫通孔には導電材を充填しておいてもよい。また、駆動用電極15の上端面をテーパ面とするには断面三角形または台形のエレクトレット(図示せず)を、絶縁性基板11にスクリーン印刷等で形成した電極台15bに載置して形成してもよい。この方法によれば、平坦面を有する駆動用電極台15bを形成するだけでよいので、スクリーン印刷等の作業工程を省略できるという利点がある。また、前述の実施形態では、駆動用電極15にエレクトレットを設ける場合について説明したが、エレクトレットは常に設ける必要はなく、必要に応じて設ければよい。

【0031】ついで、前述の接合一体化した可動接点ブロック30にスペーサ20および固定接点ブロック10を順次接合一体化する。そして、必要に応じ、前記スルーホール12a~15aに電気接続するため、例えば、静電継電器の表裏面にスパッタリングで導電層43、16をそれぞれ形成した後、アニール処理を施し、ダイシングでスリット17を形成して各スルーホール12a~15aを絶縁することにより(図4)、静電継電器50が完成する。

【0032】なお、静電継電器50の表裏面には、スパッタリングでなく、蒸着で導電材を設けてもよく、この場合には、全面に蒸着する必要はなく、スルーホール周辺だけを蒸着してもよい。また、静電継電器50の固定接点ブロック10等を接合一体化する作業は、真空中、または、例えば、ネオン、アルゴン等の不活性ガス中で行うことにより、静電継電器50内を真空中にし、または、不活性ガスを封入してもよい。前者によれば、空気抵抗が無くなり、応答性が向上するとともに、アウトガスの生成による接触信頼性の低下を防止できる一方、後者によれば、接点放電等による生成物の発生を抑制し、接触信頼性の低下を防止できという利点がある。さらに、前記可動片32の可動接点35、36は高さの異なる別体の導電部材を設けて構成する場合について説明したが、必ずしもこれに限らず、スパッタリング、蒸着等で高さの異なる接点台を形成し、この接点台の上端面に同一厚さの導電材を設けることにより、高さの異なる可動接点35、36を形成してもよい。

【0033】次に、組み立てられた静電継電器50の実装方法としては、例えば、図9に示すように、シリコン基板70の上面に位置決めしたリードフレーム71の固定接点端子72、73、共通接点端子74および駆動用電極端子75に静電継電器50のスルーホール12a~

15aを、例えば、フリップチップ方式でそれぞれ電気接続する一方、可動接点ブロック30に電気接続したカバー40のスルーホール42を電極端子76にワイヤボンディングで電気接続した後、樹脂モールドで密封する方法がある。なお、77はダミー端子である。

【0034】また、前述の実施形態ではシリコン基板70に静電継電器50を実装して樹脂モールドする場合について説明したが、必ずしもこれに限らず、例えば、セラミックモールドしてもよい。

【0035】さらに、図10に示すように、可動接点ブロック30に電気接続したカバー40のスルーホール(図示せず)が金属キャンベス80に電気接続され、これがワイヤボンディングで電極端子81に電気接続してもよい。ただし、スルーホール12a~15aが、ワイヤボンディングで固定接点端子82、83、共通固定接点端子84および駆動用電極端子85にそれぞれ電気接続されている。86はダミー端子である。なお、キャップ87が金属製である場合には、抵抗溶接あるいはハンダ接合でもよく、樹脂製である場合には、接着剤接合でもよい。また、キャップ87で密封する場合には、接点保護のため、内部を真空にしておくか、あるいは、窒素ガス等の不活性ガスを充填しておいてもよい。

【0036】次に、本実施形態の動作について説明する。まず、駆動用電極15および可動片32に電圧が印加されていない場合には、ヒンジ部33、34の振りモーメントにより、高さ寸法が大きい常閉可動接点36が常閉固定接点13および共通固定接点14の端部14cに接触して電気回路を開成している。

【0037】そして、駆動用電極15および可動片32にスルーホール15a、42を介して直流電圧を印加すると、駆動用電極15および可動片32との間に静電引力が生じ、可動片32がヒンジ部33、34を支点に回転し、常閉可動接点36が常閉固定接点13および共通固定接点14の端部14cから分離した後、常開可動接点35が常開固定接点12および共通固定接点14の端部14bに接触する。

【0038】ついで、前述の直流電圧の印加を断つと、可動片32はヒンジ部33、34の振りモーメントで反転し、常閉可動接点36が常閉固定接点13および共通固定接点14の端部14cに再び接触する。

【0039】本実施形態では、駆動用電極15の上面がテーパ面となっており、前述の静電引力が対向面間の距離に比例することから、駆動用電極15が単なる平坦面を有する場合よりも、大きな静電引力が得られるという利点がある。

【0040】本実施形態にかかる静電継電器50は、表裏面にスルーホールを設ける場合を示したが、これに限らず、例えば、図11に示すように、可動接点ブロック30の床面積を固定接点ブロックよりも大きくし、露出する可動接点ブロック30の片面側に取り出し電極39

を設けることにより、シリコン基板70に位置決めしたリードフレーム71の端子72~76のすべてにワイヤボンディングで電気接続してもよい。

【0041】また、前述の実施形態では、厚肉のシリコンウェハ31から可動片32およびヒンジ部33、34をくり貫いて回動スペースを確保していたが、必ずしもこれに限らず、例えば、図12に示す第2の実施形態のように、薄肉のシリコンウェハ31から可動片32およびヒンジ部33、34をくり貫くとともに、可動片32の回動スペースを別体のスペーサ21を接合一体化して確保してもよい。この実施形態によれば、厚肉のシリコンウェハから可動片32をくり貫く必要がなく、エッチング作業が簡単になるので、生産性が向上するという利点がある。

【0042】そして、前述の実施形態では、可動片32の巾寸法が一樣な場合について説明したが、必ずしもこれに限らず、図13に示す第3の実施形態のように、可動片32の常閉可動接点36側の巾寸法を狭くして細首部32aを形成することにより、可動片32のバネ定数を異ならしめることにより、可動接点35、36の接点圧を調整するようにしてもよい。

【0043】さらに、接点圧を調整する方法としては、例えば、図14に示すように、可動片32を回動可能に支持するヒンジ部33、34の位置を中心から偏心させることにより、ヒンジ部33、34の曲げモーメントの差を利用してもよい。

【0044】ついで、前述の実施形態では、可動片32の空気抵抗を抑制し、動作特性を向上させるべく、可動片32の上面に所定ピッチで複数本の縦溝37を設ける場合について説明したが、必ずしもこれに限らず、可動片32の下面あるいは上下面に縦溝を設けてよく、または、図15に示すように、可動片32に貫通孔32bを設けることにより、空気抵抗を抑制するとともに、可動片32を軽量化してもよい。

【0045】前述の静電継電器50によれば、ヒンジ部33、34は断面略方形であるが、必ずしもこれに限らず、断面略方形のヒンジ部33、34の角部を面取りしておいてもよい。面取りすることにより、応力集中を防止でき、疲労破壊が生じにくくなって寿命が伸びるといいう利点がある。

【0046】前述の静電継電器50によれば、常閉可動接点36を、常閉固定接点13および共通固定接点14の端部14cよりも高く形成することにより、常時閉成の接点構造を構成したが、必ずしもこれに限らず、常閉可動接点を低くし、常閉固定接点を高くしてもよい。

【0047】前述の実施形態では、静電継電器50を個々に製造する場合について説明したが、必ずしもこれに限らず、例えば、1枚のガラス基板上に複数個の固定接点ブロックを形成する一方、1枚のシリコン基板に複数個の可動接点ブロックを形成する。ついで、カバーとな

るガラス板に、前記シリコン基板、スペーサとなる複数個の貫通孔を設けたガラス基板および前記ガラス基板を順次接合一体化することにより、複数個の静電継電器50を同時に形成してもよい。このような製造方法により、生産性が著しく向上するとともに、高密度化が可能になるという利点がある。そして、静電継電器を個々に切り出してもよく、あるいは、複数個ずつ切り出して使用してもよい。特に、静電継電器を複数個ずつ切り出した場合には、各駆動用電極を電氣的接続することにより、所望の電気回路を同時に開閉できる静電継電器を形成できるという利点がある。

【0048】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明にかかる請求項1の静電継電器によれば、電圧を印加しない場合であっても、常閉可動接点が常閉固定接点に、常時、接触して電気回路を閉成しているので、消費電力が少ない節電型の静電継電器が得られる。また、接点を切り替える場合には、一つの駆動用電極および可動片に電圧を印加し、これによって生じた静電引力で可動片を回動させるだけでよい。このため、従来例のように一对の駆動用電極を設ける必要がなく、大きな床面積を必要としないので、小型の静電継電器が得られる。請求項2によれば、前述の請求項1に記載の静電継電器と同等の作用効果を有する静電継電器が得られるだけでなく、異なるタイプの電気回路を開閉できる静電継電器が得られる。請求項3によれば、上端面が平坦な駆動用電極よりも対向面間の距離を短くでき、静電引力が距離に反比例することから、低電圧で駆動できる静電継電器が得られる。請求項4によれば、ヒンジ部の位置を選択して可動片のバランスを保つことができる一方、ヒンジ部の位置決めを比較的高い寸法精度で行うことができるので、高い精度で接点圧を調整できる。請求項5によれば、ヒンジ部の巾寸法を選択して可動片のバランスを保つことができる一方、ヒンジ部の巾寸法を比較的高い寸法精度で製造することから、高い精度で接点圧を調整できる。請求項6および7によれば、可動片に乱流防止用溝または乱流防止用貫通孔を設けてあるので、空気抵抗を抑制し、応答特性を高めることができ、動作特性の向上を図ることができる。請求項8によれば、可動片等の接点機構を構成する部品が密封されることになり、密封型静電継電器が得られる。請求項9および10によれば、取り出し電極の位置を片面側に集めることができるので、実装作業が容易になる。請求項11によれば、カバーの露出する片面を介して電気接続できるので、電気接続作業が容易になる。請求項12によれば、カバーに可動接点ブロックを接合一体化した後、可動片および一对のヒンジ部をくり貫くので、ヒンジ部が組立途中で破損することがなく、歩留まりが良いという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかる静電継電器の第1の実施形態

を示す分解斜視図である。

【図2】 前述の第1の実施形態を示す縦断面図である。

【図3】 第1の実施形態を示す横断面図である。

【図4】 第1の実施形態を下方側から見た場合を示す斜視図である。

【図5】 可動片の製造方法を示す断面図である。

【図6】 可動片の製造方法を示す断面図である。

【図7】 組立方法を説明するための断面図である。

【図8】 ベースの製造方法を示す断面図である。

【図9】 リードフレームを介して電氣的接続する方法を示す分解斜視図である。

【図10】 他の電氣的接続方法を示す分解斜視図である。

【図11】 別の電氣的接続方法を示す分解斜視図である。

【図12】 本発明にかかる静電継電器の第2の実施形態を示す断面図である。

【図13】 第3の実施形態を示す分解斜視図である。

【図14】 可動ブロックの変形例を示す斜視図である。

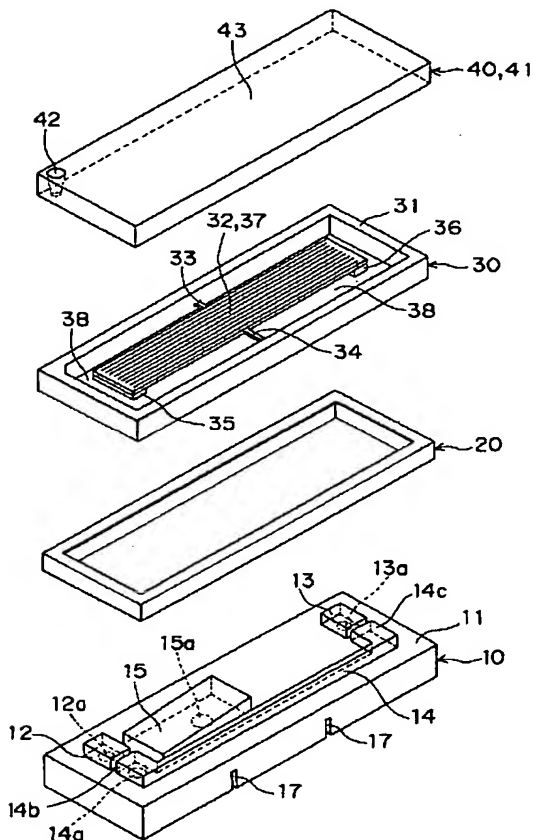
【図15】 可動ブロックの別の変形例を示す斜視図である。

【図16】 従来例にかかる静電継電器の分解斜視図である。

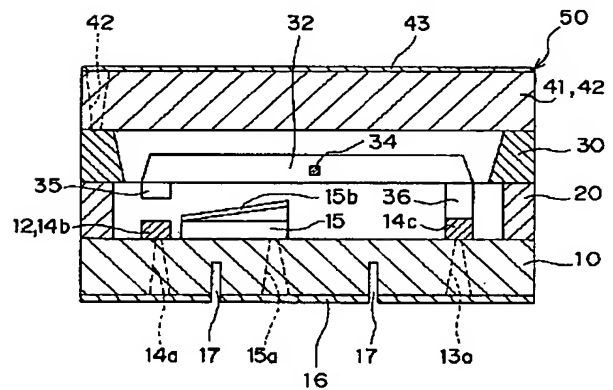
【符号の説明】

10…固定接点ブロック、11…絶縁性基板、12…常開固定接点、13…常閉固定接点、14…共通固定接点、15…駆動用電極、12a、13a、14a、15a…スルーホール、16…導電層、17…スリット、20、21…スペーサ、30…可動接点ブロック、31…ウエハ、32…可動片、32a…細首部、33、34…ヒンジ部、35…常開可動接点、36…常閉可動接点、37…縦溝、38…スリット、40…カバー、41…板状体、42…スルーホール、43…導電層。

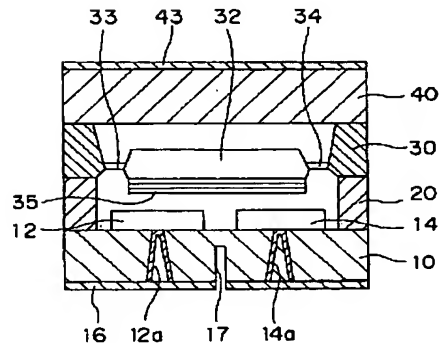
【図1】



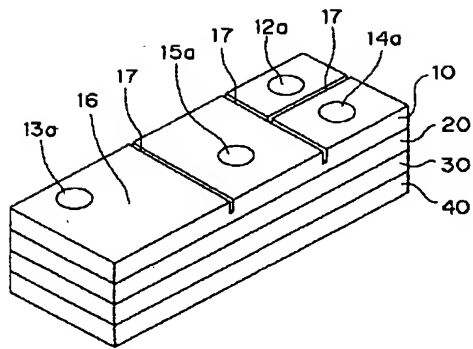
【図2】



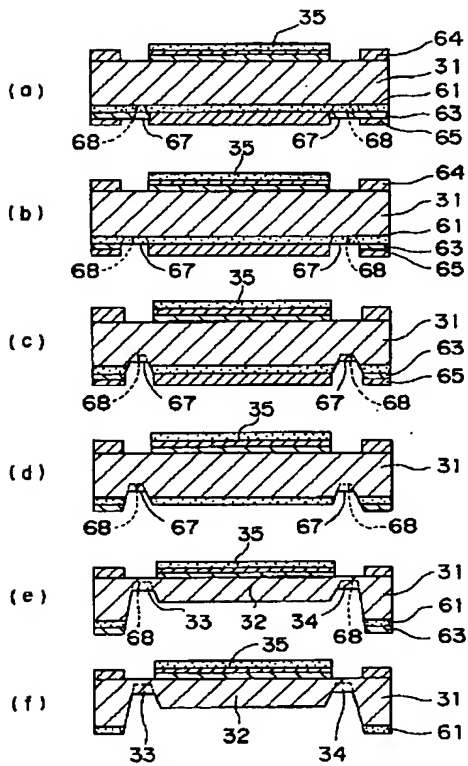
【図3】



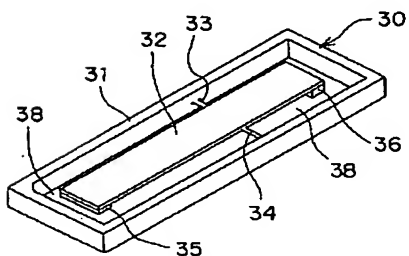
【図4】



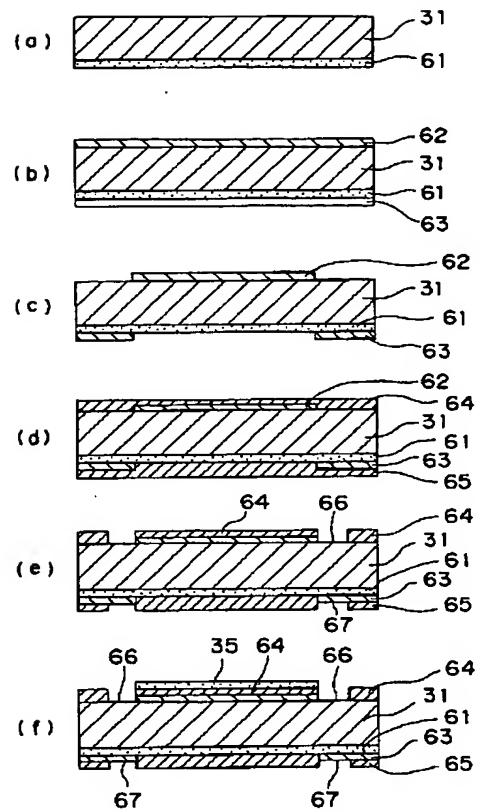
【図6】



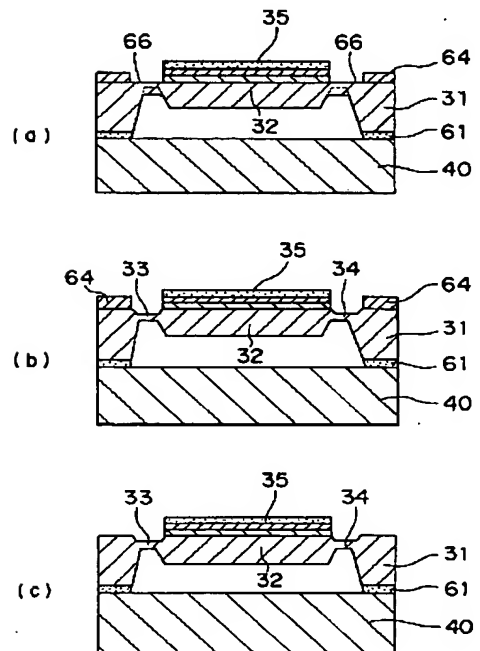
【図14】



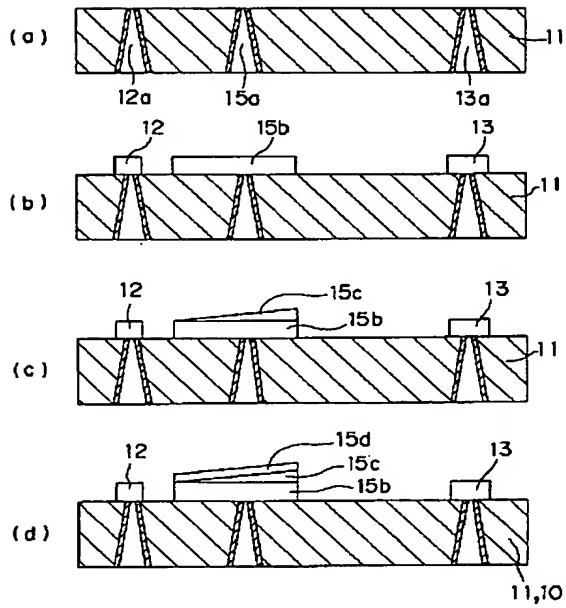
【図5】



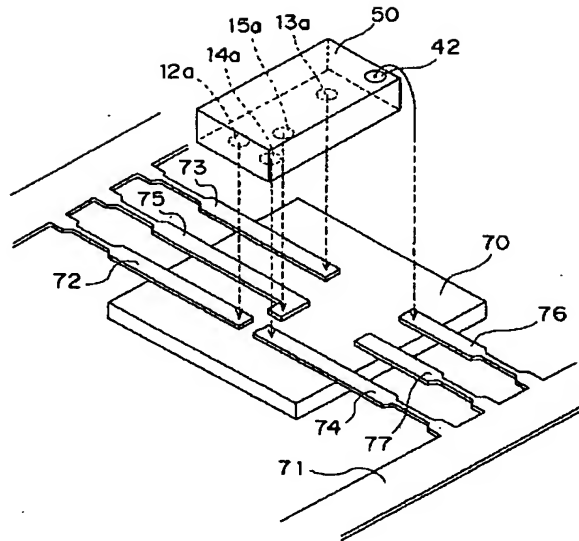
【図7】



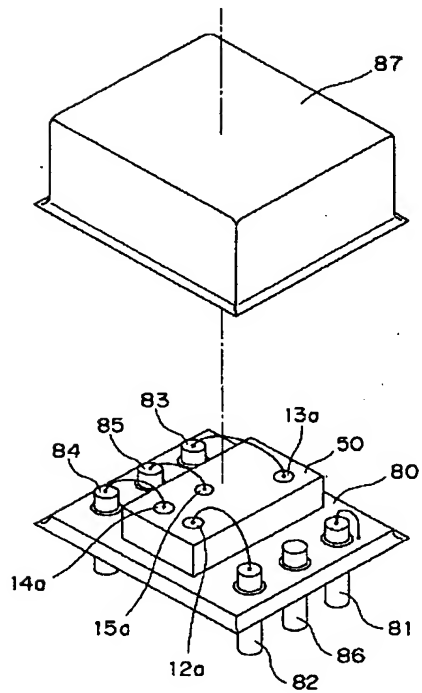
【図8】



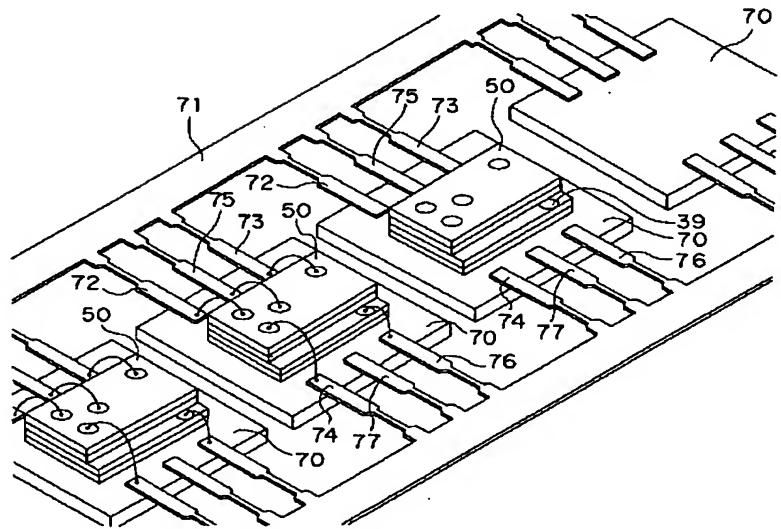
【図9】



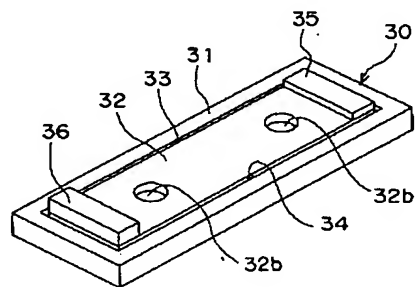
【図10】



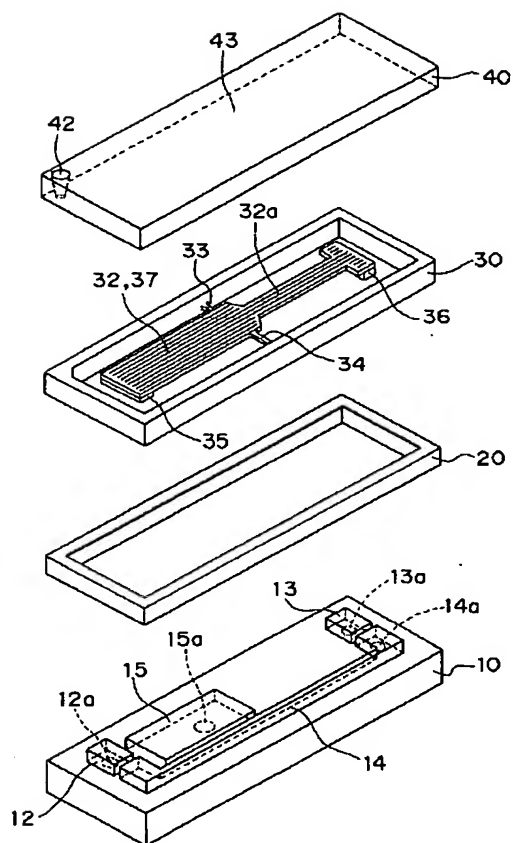
【図11】



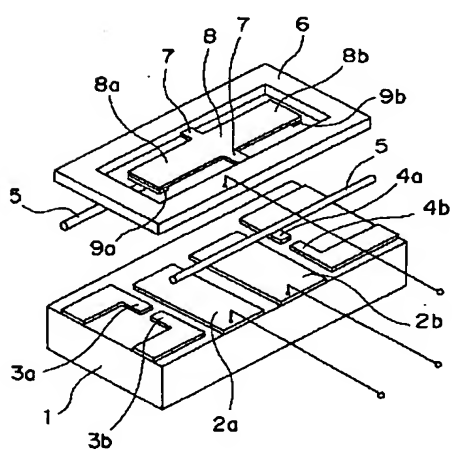
【図15】



【図 13】



【図 16】



- (19) 【発行国】 日本国特許庁 (J P)
(12) 【公報種別】 公開特許公報 (A)
(11) 【公開番号】 特開平 9 - 9 2 1 1 6
(43) 【公開日】 平成 9 年 (1 9 9 7) 4 月 4 日
(54) 【発明の名称】 静電継電器および静電継電器の製造方法
(51) 【国際特許分類第 6 版】

H01H 59/00
11/00
H01L 21/3065

【 F I 】

H01H 59/00
11/00 V
H01L 21/302 J

【審査請求】 未請求

【請求項の数】 1 2

【出願形態】 O L

【全頁数】 1 0

- (21) 【出願番号】 特願平 7 - 2 4 4 2 7 3
(22) 【出願日】 平成 7 年 (1 9 9 5) 9 月 2 2 日
(71) 【出願人】

【識別番号】 0 0 0 0 0 2 9 4 5

【氏名又は名称】 オムロン株式会社

【住所又は居所】 京都府京都市右京区花園土堂町 1 0 番地

(72) 【発明者】

【氏名】 森口 誠

【住所又は居所】 京都府京都市右京区花園土堂町 1 0 番地 オムロン株式会社内

(72) 【発明者】

【氏名】 佐々木 昌

【住所又は居所】 京都府京都市右京区花園土堂町 1 0 番地 オムロン株式会社内

(72) 【発明者】

【氏名】 仲西 陽一

【住所又は居所】 京都府京都市右京区花園土堂町 1 0 番地 オムロン株式会社内

(74) 【代理人】

【弁理

士】

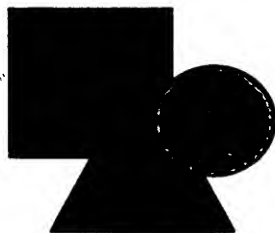
【氏名又

は名称】 青山 葆 (外 2 名)

(57) 【要

約】

1)



【課題】 小型で節電タイプの静電継電器およびその製造方法を提供することにある。

【解決手段】 固定接点ブロック 10 の上方で一对のヒンジ部 33, 34 を介して回動可能に支持された半導体結晶基材からなる可動片 32 に設けた常閉可動接点 36 が常開可動接点 35 よりも高い。そして、駆動用電極 15 および可動片 32 に電圧を印加していない場合は、常閉可動接点 36 が常閉固定接点 13, 14c に接触している。一方、前述の両者に電圧を印加して静電引力を生じさせると、可動片 32 がヒンジ部 33, 34 を支点到回動し、常開可動接点 35 が常開固定接点 12 および共通固定接点 14 に接触する。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁性基板の上面両端部に一对の常開固定接点および一对の常閉固定接点をそれぞれ設けるとともに、一对の前記常開固定接点近傍に駆動用電極を設けた固定接点ブロックと、この固定接点ブロックの上方で一对のヒンジ部を介して回動可能に支持され、かつ、下面両端部に常開可動接点および常閉可動接点をそれぞれ設けた半導体結晶基材からなる可動片とからなり、前記常閉固定接点および常閉可動接点のうち、少なくともいずれか一方が前記常開固定接点および常開可動接点よりも高く、前記駆動用電極および可動片に電圧を印加していない場合に、前記常閉可動接点が常閉固定接点に接触する一方、前記駆動用電極および可動片に電圧を印加して両者間に静電引力を生じさせた場合に、前記可動片が回動し、常開可動接点が常開固定接点に接触することを特徴とする静電継電器。

【請求項 2】 一对の前記常開固定接点のいずれか一方と、一对の前記常閉固定接点のいずれか一方とを電気接続して共通固定接点としたことを特徴とする請求項 1 に記載の静電継電器。

【請求項 3】 前記固定接点ブロックに設けた駆動用電極の上端面のうち、ヒンジ部近傍の片側縁部が常開固定接点近傍の片側縁部よりも高いテーパ面としたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の静電継電器。

【請求項 4】 前記可動片に設けた一对のヒンジ部を、前記可動片の中心から偏心した位置に設けたことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の静電継電器。

【請求項 5】 前記可動片の巾寸法のうち、ヒンジ部から片側部分の巾寸法を、残る片側部分の巾寸法よりも小さくしたことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の静電継電器。

【請求項 6】 前記可動片の表裏面のうち、少なくともいずれか一方の片面に複数本の乱流防止用溝を長さ方向に設けたことを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の静電継電器。

【請求項 7】 前記可動片に乱流防止用貫通孔を設けたことを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の静電継電器。

【請求項 8】 絶縁性基板の上面両端部に一对の常開固定接点および一对の常閉固定接点をそれぞれ設けるとともに、一对の前記常開固定接点近傍に駆動用電極を設けた固定接点ブロックと、半導体結晶基材のウェハにエッチングで一对の平面略コ字形のスリットを形成し、可動片およびこれを回動可能に支持する一对のヒンジ部をくり貫くとともに、前記固定接点ブロックの上面の周辺縁部に接合一体化した可動接点ブロックと、この可動接点ブロックの上面の周辺縁部に接合一体化して密封するカバーとからなることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の静電継電器。

【請求項 9】 前記可動接点ブロックの床面積を固定接点ブロックよりも大きくし、露出する可動接点ブロックの上下面のいずれか一方に電気接続することを特徴とする請求項 8 に記載の静電継電器。

【請求項 10】 前記カバーの床面積を可動接点ブロックよりも大きくし、露出するカバーの下面を介して前記可

動接点ブロックに電気接続することを特徴とする請求項 8 に記載の静電継電器。

【請求項 11】 前記カバーが、絶縁性基板からなり、かつ、周辺縁部に前記可動接点ブロックの周辺縁部に電気接続するための貫通孔を設けたことを特徴とする請求項 8 に記載の静電継電器。

【請求項 12】 カバーと、半導体結晶基材のウェハからなり、かつ、一对のヒンジ部を介して回動可能に支持された可動片を有する可動接点ブロックとを接合一体化する静電継電器において、可動接点ブロックをカバーに接合一体化した後、前記半導体結晶基材のウェハをエッチングして一对の平面略コ字形のスリットを形成し、可動片およびこれを回動可能に支持する一对のヒンジ部をくり貫くことを特徴とする静電継電器の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は静電引力を駆動源とする静電継電器および静電継電器の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、静電引力を駆動源とする静電継電器としては、例えば、特開平 2-100224 号公報に記載の静電式リレーがある。すなわち、図 16 に示すように、上面中央部に設けた一对の駆動用電極層 2a、2b の両側に固定接点層 3a、3b および 4a、4b をそれぞれ形成したベース 1 に、2 本の棒状スペーサ 5、5 を介して半導体結晶基材 6 を積層一体化したものである。この半導体結晶基材 6 は、その内部に可動片 8 を一对のヒンジ部 7、7 を介して回動可能に支持したものであり、可動片 8 の下面の両側端部には可動接点 9a、9b が設けられている。

【0003】 そして、駆動用電極層 2a と可動片 8 との間、または、駆動用電極層 2b と可動片 8 との間に直流電圧を交互に印加すると、駆動用電極層 2a と可動片 8 の前方部 8a との間、または、駆動用電極層 2b と可動片 8 の後方部 8b との間にそれぞれ静電引力が生じる。このため、ヒンジ部 7、7 を支点に可動片 8 が回動し、可動接点 9a または 9b が固定接点層 3a、3b または

4a、4b に交互に接触し、電気回路を開閉する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前述の静電継電器では、直流電圧を印加していない場合、可動接点 9a、9b のいずれもが固定接点層 3a、3b および 4a、4b から開離している。このため、例えば、いずれか一方の接点を、常時、閉成する必要がある場合には、直流電圧を常に印加しつづけなければならない、消費電力が多く、不経済であった。また、可動片 8 を回動させるためには一对の駆動用電極層 2a、2b が必要であり、広い床面積が必要であるので、床面積の小さい小型の静電継電器が得られないという問題点がある。

【0005】 本発明は、前記問題点に鑑み、小型で節電タイプの静電継電器およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明にかかる静電継電器は、前記目的を達成するため、絶縁性基板の上面両端部に一对の常開固定接点および一对の常閉固定接点をそれぞれ設けるとともに、一对の前記常開固定接点近傍に駆動用電極を設けた固定接点ブロックと、この固定接点ブロックの上方で一对のヒンジ部を介して回動可能に支持され、かつ、下面両端部に常開可動接点および常閉可動接点をそれぞれ設けた半導体結晶基材からなる可動片とからなり、前記常閉固定接点および常閉可動接点のうち、少なくともいずれか一方が前記常開固定接点および常開可動接点よりも高く、前記駆動用電極および可動片に電圧を印加していない場合に、前記常閉可動接点が常閉固定接点に接触する一方、前記駆動用電極および可動片に電圧を印加して両者間に静電引力を生じさせた場合に、前記可動片が回動し、常開可動接点が常開固定接点に接触する構成としてある。

【0007】 一对の前記常開固定接点のいずれか一方と、一对の前記常閉固定接点のいずれか一方とを電気接続して共通固定接点としてもよい。

【0008】 前記固定接点ブロックに設けた駆動用電極の上端面のうち、ヒンジ部近傍の片側縁部が常開固定接点近傍の片側縁部よりも高いテーパ面としてもよい。

【0009】前記可動片に設けた一对のヒンジ部は、前記可動片の中心から偏心した位置に設けてもよい。

【0010】前記可動片の巾寸法のうち、ヒンジ部から片側部分の巾寸法を、残る片側部分の巾寸法よりも小さくしてもよい。

【0011】前記可動片の表裏面のうち、少なくともいずれか一方の片面に複数本の乱流防止用溝を長さ方向に設けてもよく、また、前記可動片に乱流防止用貫通孔を設けてもよい。

【0012】絶縁性基板の上面両端部に一对の常開固定接点および一对の常閉固定接点をそれぞれ設けるとともに、一对の前記常開固定接点近傍に駆動用電極を設けた固定接点ブロックと、半導体結晶基材のウェハにエッチングで一对の平面略コ字形のスリットを形成し、可動片およびこれを回動可能に支持する一对のヒンジ部をくり貫くとともに、前記固定接点ブロックの上面の周辺縁部に接合一体化した可動接点ブロックと、この可動接点ブロックの上面の周辺縁部に接合一体化して密封するカバーとで構成してもよい。

【0013】前記可動接点ブロックの床面積を固定接点ブロックよりも大きくし、露出する可動接点ブロックの上下面のいずれか一方に電気接続してもよく、また、前記カバーの床面積を可動接点ブロックよりも大きくし、露出するカバーの下面を介して前記可動接点ブロックに電気接続してもよい。

【0014】前記カバーは、絶縁性基板からなり、かつ、周辺縁部に前記可動接点ブロックの周辺縁部に電気接続するための貫通孔を有するものであってもよい。

【0015】また、カバーと、半導体結晶基材のウェハからなり、かつ、一对のヒンジ部を介して回動可能に支持された可動片を有する可動接点ブロックとを接合一体化する静電継電器において、可動接点ブロックをカバーに接合一体化した後、前記半導体結晶基材のウェハをエッチングして一对の平面略コ字形のスリットを形成し、可動片およびこれを回動可能に支持する一对のヒンジ部をくり貫いて静電継電器を製造してもよい。

【0016】

【発明の実施の形態】次に、本発明にかかる実施の形態

を図1ないし図15の添付図面に従って説明する。本願発明にかかる第1の実施の形態は、図1ないし図9に示すように、大略、固定接点ブロック10と、スペーサ20と、可動接点ブロック30と、カバー40とで構成される静電継電器50である。

【0017】固定接点ブロック10は、ガラス等の絶縁性基板11の上面隅部に、常開、常閉固定接点12、13をそれぞれ設けるとともに、この常開、常閉固定接点12、13の近傍に端部14b、14cをそれぞれ配した平面略コ字形の共通固定接点14を設けたものである。そして、常開、常閉固定接点12、13および共通固定接点14はスルーホール12a、13aおよび14aを介して絶縁性基板11の裏面で電気接続可能となっている。さらに、スルーホール12a、14aの近傍に駆動用固定電極15が設けられている。この駆動用電極15は、スルーホール15aに電気接続されているとともに、図2に示すように、その上端面が均一な厚さのエレクトレット15bで被覆されたテーパ面となっている。そして、絶縁性基板11の下面には導電層16が形成され、各スルーホール12a、13a、14a、15aを絶縁するためのスリット17が設けられている。なお、絶縁性を高めるため、常開固定接点12と共通固定接点14の端部14bとの間、または、常閉固定接点12と共通固定接点14の端部14cとの間に絶縁材を配置しておいてもよい。

【0018】スペーサ20は、後述する可動接点ブロック30の可動片32を回動させるためのスペースを確保するとともに、沿面距離を確保して絶縁特性を高めるためのものであり、ガラス、ポリマー樹脂等からなり、前記固定接点ブロック10の上面縁部に載置できる平面略長方形の枠体である。

【0019】可動接点ブロック30は、半導体単結晶基材からなるウェハ31、例えば、平面長方形の板状P型シリコン単結晶（面方位100）のウェハにエッチング処理を施して可動片32および一对のヒンジ部33、34をくり貫き、このヒンジ部33、34を介して可動片32を回動可能に支持したものである。そして、この可動片32は、その下面の両側端部に常開、常閉可動接点35、36をそれぞれ設けてある一方、その上面に所定のピッチで複数本の縦溝37が形成されている。この縦溝37は可動片32が回動する際における空気抵抗を抑制

し、動作特性の向上を図るためのものである。ただし、前記常閉可動接点 36 は、常開可動接点 35 よりも高い。

【0020】カバー 40 は、ガラス、ポリマー樹脂等の絶縁材からなる平面長方形の板状体 41 からなり、その隅部にスルーホール 42 が設けられている一方、その上面には導電層 43 が形成されている。例えば、板状体 41 がパイレックス（商品名）であれば、前述のシリコン単結晶からなるウェハ 31 と熱膨張率が等しく、陽極接合しやすいので、好適である。なお、板状体 41 が導電性基板であれば、スルーホール 42、導電層 43 は不要であるが、板状体 41 の下面のうち、少なくとも可動片 32 と対向する部分に絶縁膜を形成しておくことが好ましい。ただし、板状体 41 の下面の露出面は必ずしも環状である必要はなく、可動接点ブロック 30 に電気接続できる面積を有していればよい。

【0021】次に、前述の静電継電器の製造方法について説明する。この実施形態にかかる静電継電器 50 は、カバー 40 に、可動接点ブロック 30、スパーサ 20 および固定接点ブロック 10 を順次積層一体化して製造されるが、まず、図 5 および図 6 に示すように、可動接点ブロック 30 の製造方法について説明する。

【0022】シリコン単結晶のウェハ 31 の下面全面にスパッタリング等で導電層 61 を設け（図 5 (a)）、さらに、表裏面の全面に、例えば、 SiO_2 の第 1、第 2 絶縁膜層 62、63 を形成する（図 5 (b)）。そして、第 1、第 2 絶縁膜層 62、63 の不要部分を第 1 回目のパターンニングで除去する（図 5 (c)）。この結果、第 1 回目のパターンニング後の第 1 絶縁膜層 62 は前記可動片 32 と同一平面形状を有する一方、第 1 回目のパターンニング後の第 2 絶縁膜層 63 は、環状の周辺縁部およびヒンジ部 33、34 となる部分に重なり合う部分だけが残存している。

【0023】次に、ウェハ 31 の表裏面に SiN からなる第 3、第 4 絶縁膜層 64、65 を形成した後（図 5 (d)）、第 3、第 4 絶縁膜層 64、65 の不要な部分を第 2 回目のパターンニングで除去する。この結果、第 2 回目のパターンニング後のウェハ 31 の上面には環状溝部 66 が形成される一方、第 2 回目のパターンニング後のウェハ 31 の下面には、ヒンジ部 33、34 となる部分に重なり合う第 4 絶縁膜層 65 の部分だけを残し、底面に導電層 61 が露出する環状溝部 67 が形成される（図 5 (e)）。

【0024】そして、可動片 32 を形成する第 3 絶縁膜層 64 のうち、その両端縁部に導電材からなる常開可動接点 35（図 5 (f)）および常閉可動接点 36 をそれぞれ形成する。このとき、常閉可動接点 36 は常開可動接点 35 よりも高さ寸法の大きい導電材で形成してある。

【0025】さらに、ウェハ 31 の下面に形成した環状溝部 67 のうち、ヒンジ部 33、34 となる部分と重なり合う第 2 絶縁膜層 63 の部分だけを残してエッチングし、シリコンウェハ 31 が露出する不連続な一對の深溝 68 を環状溝 67 の底面に形成する（図 6 (a)）。ついで、ヒンジ部 33、34 となる部分と重なり合う第 2 絶縁膜層 63 の部分を除去する（図 6 (b)）。このとき、ヒンジ部 33、34 となる部分と重なり合う導電層 61 の部分と、シリコンウェハ 31 が露出する不連続な深溝 68 との間に段差が形成されている。

【0026】ついで、ウェハ 31 の下面に設けた環状溝部 67 を一様にエッチングしてさらに深くする（図 6 (c)）。このとき、ヒンジ部 33、34 となる部分に重なり合う部分と、不連続な略コ字形の深溝 68 との間には段差が残存している。

【0027】第 4 絶縁膜層 65 をすべて除去し（図 6 (d)）、環状溝部 67 およびこれに囲まれた可動片 32 となる部分を同時にエッチングして可動片 32 およびヒンジ部 33、34 を形成した後（図 6 (e)）、第 2 絶縁膜層 63 の残部を除去し、導電層 61 を露出させる（図 6 (f)）。このとき、ヒンジ部 33、34 となる部分と、不連続な略コ字形の深溝 68 との間には段差が残存している。

【0028】そして、図 7 に示すように、カバー 43 の片面に前述の可動接点ブロック 30 を陽極接合で接合一体化した後（図 7 (a)）、ウェハ 31 の上面に形成された環状溝部 66 だけをエッチング処理することにより、ヒンジ部 33、34 を残しつつ、平面略コ字形の一対のスリット 38、38（図 1）を形成することにより、ウェハ 31 から可動片 32 およびヒンジ部 33、34 をくり貫き、前記ヒンジ部 33、34 を介して可動片 32 を回動可能に支持した後（図 7 (b)）、第 3 絶縁膜層 64 を除去する（図 7 (c)）。

【0029】一方、固定接点ブロック 10 は、図 8 に示すように、パイレックスガラスからなる絶縁性基板 11

にドリル加工およびサンドブラスト処理で貫通孔を形成した後、その貫通孔の内周面に導電材を蒸着してスルーホール 12a, 13a, 14a および 15a を形成し (図 8 (a))、ついで、その上面に常開、常閉固定接点 12, 13、共通固定接点 14 および駆動用電極台 15b をスクリーン印刷等でそれぞれ形成し (図 8 (b))、さらに、前記駆動用電極台 15b の上端面だけにスクリーン印刷等を再度施してテーパ面 15c を形成し (図 8 (c))、そのテーパ面 15c に均一な厚さを有するエレクトレット 15d を装着することにより、駆動用電極 15 を備えた固定接点ブロック 30 が完成する (図 8 (d))。

【0030】なお、前記貫通孔には導電材を充填しておいてもよい。また、駆動用電極 15 の上端面をテーパ面とするには断面三角形または台形のエレクトレット (図示せず) を、絶縁性基板 11 にスクリーン印刷等で形成した電極台 15b に載置して形成してもよい。この方法によれば、平坦面を有する駆動用電極台 15b を形成するだけでよいので、スクリーン印刷等の作業工程を省略できるという利点がある。また、前述の実施形態では、駆動用電極 15 にエレクトレットを設ける場合について説明したが、エレクトレットは常に設ける必要はなく、必要に応じて設ければよい。

【0031】ついで、前述の接合一体化した可動接点ブロック 30 にスペーサ 20 および固定接点ブロック 10 を順次接合一体化する。そして、必要に応じ、前記スルーホール 12a ~ 15a に電気接続するため、例えば、静電継電器の表裏面にスパッタリングで導電層 43, 16 をそれぞれ形成した後、アニール処理を施し、ダイシングでスリット 17 を形成して各スルーホール 12a ~ 15a を絶縁することにより (図 4)、静電継電器 50 が完成する。

【0032】なお、静電継電器 50 の表裏面には、スパッタリングでなく、蒸着で導電材を設けてもよく、この場合には、全面に蒸着する必要はなく、スルーホール周辺だけを蒸着してもよい。また、静電継電器 50 の固定接点ブロック 10 等を接合一体化する作業は、真空中、または、例えば、ネオン、アルゴン等の不活性ガス中で行うことにより、静電継電器 50 内を真空にし、または、不活性ガスを封入してもよい。前者によれば、空気抵抗が無くなり、応答性が向上するとともに、アウトガスの

生成による接触信頼性の低下を防止できる一方、後者によれば、接点放電等による生成物の発生を抑制し、接触信頼性の低下を防止できという利点がある。さらに、前記可動片 32 の可動接点 35, 36 は高さの異なる別体の導電部材を設けて構成する場合について説明したが、必ずしもこれに限らず、スパッタリング、蒸着等で高さの異なる接点台を形成し、この接点台の上端面に同一厚さの導電材を設けることにより、高さの異なる可動接点 35, 36 を形成してもよい。

【0033】次に、組み立てられた静電継電器 50 の実装方法としては、例えば、図 9 に示すように、シリコン基板 70 の上面に位置決めしたリードフレーム 71 の固定接点端子 72, 73、共通接点端子 74 および駆動用電極端子 75 に静電継電器 50 のスルーホール 12a ~ 15a を、例えば、フリップチップ方式でそれぞれ電気接続する一方、可動接点ブロック 30 に電気接続したカバー 40 のスルーホール 42 を電極端子 76 にワイヤボンディングで電気接続した後、樹脂モールドで密封する方法がある。なお、77 はダミー端子である。

【0034】また、前述の実施形態ではシリコン基板 70 に静電継電器 50 を実装して樹脂モールドする場合について説明したが、必ずしもこれに限らず、例えば、セラミックモールドしてもよい。

【0035】さらに、図 10 に示すように、可動接点ブロック 30 に電気接続したカバー 40 のスルーホール (図示せず) が金属キャンベス 80 に電気接続され、これがワイヤボンディングで電極端子 81 に電気接続してもよい。ただし、スルーホール 12a ~ 15a が、ワイヤボンディングで固定接点端子 82, 83、共通固定接点端子 84 および駆動用電極端子 85 にそれぞれ電気接続されている。86 はダミー端子である。なお、キャップ 87 が金属製である場合には、抵抗溶接あるいはハンダ接合でもよく、樹脂製である場合には、接着剤接合でもよい。また、キャップ 87 で密封する場合には、接点保護のため、内部を真空にしておくか、あるいは、窒素ガス等の不活性ガスを充填しておいてもよい。

【0036】次に、本実施形態の動作について説明する。まず、駆動用電極 15 および可動片 32 に電圧が印加されていない場合には、ヒンジ部 33, 34 の振りモーメントにより、高さ寸法が大きい常閉可動接点 36 が常閉固定接点 13 および共通固定接点 14 の端部 14c に接

触して電気回路を閉成している。

【0037】そして、駆動用電極15および可動片32にスルーホール15a、42を介して直流電圧を印加すると、駆動用電極15および可動片32との間に静電引力が生じ、可動片32がヒンジ部33、34を支点に回動し、常閉可動接点36が常閉固定接点13および共通固定接点14の端部14cから開離した後、常開可動接点35が常開固定接点12および共通固定接点14の端部14bに接触する。

【0038】ついで、前述の直流電圧の印加を断つと、可動片32はヒンジ部33、34の振りモーメントで反転し、常閉可動接点36が常閉固定接点13および共通固定接点14の端部14cに再び接触する。

【0039】本実施形態では、駆動用電極15の上面がテーパ面となっており、前述の静電引力が対向面間の距離に比例することから、駆動用電極15が単なる平坦面を有する場合よりも、大きな静電引力が得られるという利点がある。

【0040】本実施形態にかかる静電継電器50は、表裏面にスルーホールを設ける場合を示したが、これに限らず、例えば、図11に示すように、可動接点ブロック30の床面積を固定接点ブロックよりも大きくし、露出する可動接点ブロック30の片面側に取り出し電極39を設けることにより、シリコン基板70に位置決めしたリードフレーム71の端子72〜76のすべてにワイヤボンディングで電気接続してもよい。

【0041】また、前述の実施形態では、厚肉のシリコンウェハ31から可動片32およびヒンジ部33、34をくり貫いて回動スペースを確保していたが、必ずしもこれに限らず、例えば、図12に示す第2の実施形態のように、薄肉のシリコンウェハ31から可動片32およびヒンジ部33、34をくり貫くとともに、可動片32の回動スペースを別体のスペーサ21を接合一体化して確保してもよい。この実施形態によれば、厚肉のシリコンウェハから可動片32をくり貫く必要がなく、エッチング作業が簡単になるので、生産性が向上するという利点がある。

【0042】そして、前述の実施形態では、可動片32の巾寸法が一樣な場合について説明したが、必ずしもこ

れに限らず、図13に示す第3の実施形態のように、可動片32の常閉可動接点36側の巾寸法を狭くして細首部32aを形成することにより、可動片32のパネ定数を異ならしめることにより、可動接点35、36の接点圧を調整するようにしてもよい。

【0043】さらに、接点圧を調整する方法としては、例えば、図14に示すように、可動片32を回動可能に支持するヒンジ部33、34の位置を中心から偏心させることにより、ヒンジ部33、34の曲げモーメントの差を利用してもよい。

【0044】ついで、前述の実施形態では、可動片32の空気抵抗を抑制し、動作特性を向上させるべく、可動片32の上面に所定ピッチで複数本の縦溝37を設ける場合について説明したが、必ずしもこれに限らず、可動片32の下面あるいは上下面に縦溝を設けてよく、または、図15に示すように、可動片32に貫通孔32bを設けることにより、空気抵抗を抑制するとともに、可動片32を軽量化してもよい。

【0045】前述の静電継電器50によれば、ヒンジ部33、34は断面略方形であるが、必ずしもこれに限らず、断面略方形のヒンジ部33、34の角部を面取りしておいてもよい。面取りすることにより、応力集中を防止でき、疲労破壊が生じにくくなって寿命が伸びるという利点がある。

【0046】前述の静電継電器50によれば、常閉可動接点36を、常閉固定接点13および共通固定接点14の端部14cよりも高く形成することにより、常時閉成の接点構造を構成したが、必ずしもこれに限らず、常閉可動接点を低くし、常閉固定接点を高くしてもよい。

【0047】前述の実施形態では、静電継電器50を個々に製造する場合について説明したが、必ずしもこれに限らず、例えば、1枚のガラス基板上に複数個の固定接点ブロックを形成する一方、1枚のシリコン基板に複数個の可動接点ブロックを形成する。ついで、カバーとなるガラス板に、前記シリコン基板、スペーサとなる複数個の貫通孔を設けたガラス基板および前記ガラス基板を順次接合一体化することにより、複数個の静電継電器50を同時に形成してもよい。このような製造方法により、生産性が著しく向上するとともに、高密度化が可能になるという利点がある。そして、静電継電器を個々に切り

出してもよく、あるいは、複数個ずつ切り出して使用してもよい。特に、静電継電器を複数個ずつ切り出した場合には、各駆動用電極を電氣的接続することにより、所望の電気回路を同時に開閉できる静電継電器を形成できるという利点がある。

【0048】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明にかかる請求項1の静電継電器によれば、電圧を印加しない場合であっても、常閉可動接点が常閉固定接点に、常時、接触して電気回路を閉成しているので、消費電力が少ない節電型の静電継電器が得られる。また、接点を切り替える場合には、一つの駆動用電極および可動片に電圧を印加し、これによって生じた静電引力で可動片を回転させるだけでよい。このため、従来例のように一对の駆動用電極を設ける必要がなく、大きな床面積を必要としないので、小型の静電継電器が得られる。請求項2によれば、前述の請求項1に記載の静電継電器と同等の作用効果を有する静電継電器が得られるだけでなく、異なるタイプの電気回路を開閉できる静電継電器が得られる。請求項3によれば、上端面が平坦な駆動用電極よりも対向面間の距離を短くでき、静電引力が距離に反比例することから、低電圧で駆動できる静電継電器が得られる。請求項4によれば、ヒンジ部の位置を選択して可動片のバランスを保つことができる一方、ヒンジ部の位置決めを比較的高い寸法精度で行うことができるので、高い精度で接点圧を調整できる。請求項5によれば、ヒンジ部の巾寸法を選択して可動片のバランスを保つことができる一方、ヒンジ部の巾寸法を比較的高い寸法精度で製造できることから、高い精度で接点圧を調整できる。請求項6および7によれば、可動片に乱流防止用溝または乱流防止用貫通孔を設けてあるので、空気抵抗を抑制し、応答特性を高めることができ、動作特性の向上を図ることができる。請求項8によれば、可動片等の接点機構を構成する部品が密封されることになり、密封型静電継電器が得られる。請求項9および10によれば、取り出し電極の位置を片面側に集めることができるので、実装作業が容易になる。請求項11によれば、カバーの露出する片面を介して電気接続できるので、電気接続作業が容易になる。請求項12によれば、カバーに可動接点ブロックを接合一体化した後、可動片および一对のヒンジ部をくり貫くので、ヒンジ部が組立途中で破損することがなく、歩留まりが良いという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかる静電継電器の第1の実施形態を示す分解斜視図である。

【図2】 前述の第1の実施形態を示す縦断面図である。

【図3】 第1の実施形態を示す横断面図である。

【図4】 第1の実施形態を下方側から見た場合を示す斜視図である。

【図5】 可動片の製造方法を示す断面図である。

【図6】 可動片の製造方法を示す断面図である。

【図7】 組立方法を説明するための断面図である。

【図8】 ベースの製造方法を示す断面図である。

【図9】 リードフレームを介して電氣的接続する方法を示す分解斜視図である。

【図10】 他の電氣的接続方法を示す分解斜視図である。

【図11】 別の電氣的接続方法を示す分解斜視図である。

【図12】 本発明にかかる静電継電器の第2の実施形態を示す断面図である。

【図13】 第3の実施形態を示す分解斜視図である。

【図14】 可動ブロックの変形例を示す斜視図である。

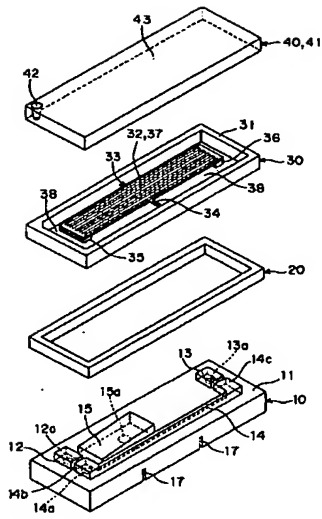
【図15】 可動ブロックの別の変形例を示す斜視図である。

【図16】 従来例にかかる静電継電器の分解斜視図である。

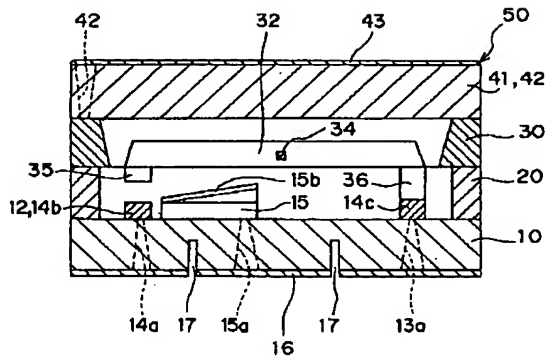
【符号の説明】

10…固定接点ブロック、11…絶縁性基板、12…常開固定接点、13…常閉固定接点、14…共通固定接点、15…駆動用電極、12a、13a、14a、15a…スルーホール、16…導電層、17…スリット、20、21…スペーサ、30…可動接点ブロック、31…ウエハ、32…可動片、32a…細首部、33、34…ヒンジ部、35…常開可動接点、36…常閉可動接点、37…縦溝、38…スリット、40…カバー、41…板状体、42…スルーホール、43…導電層。

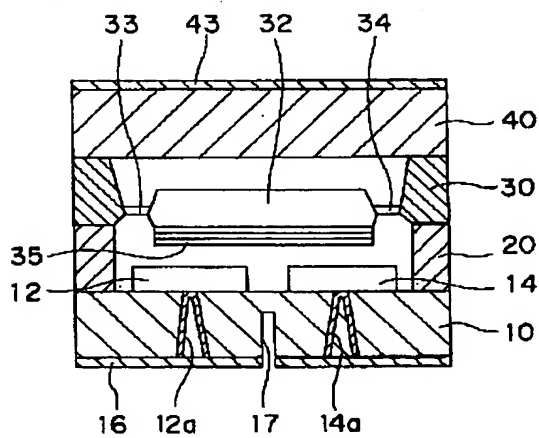
【図1】



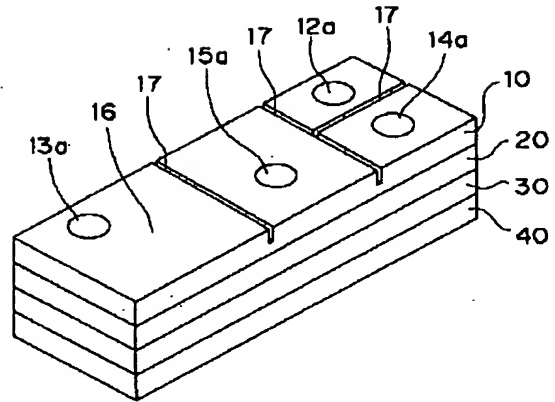
【図2】



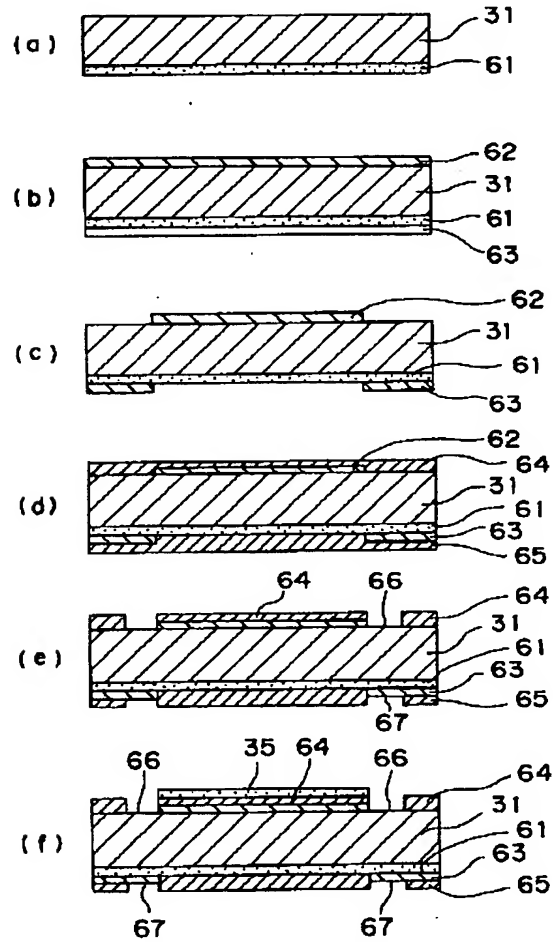
【図3】



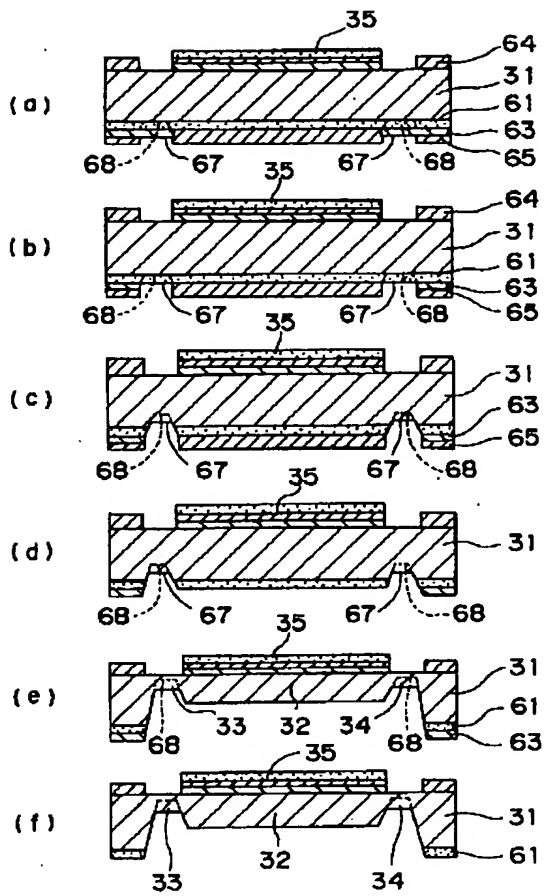
【図4】



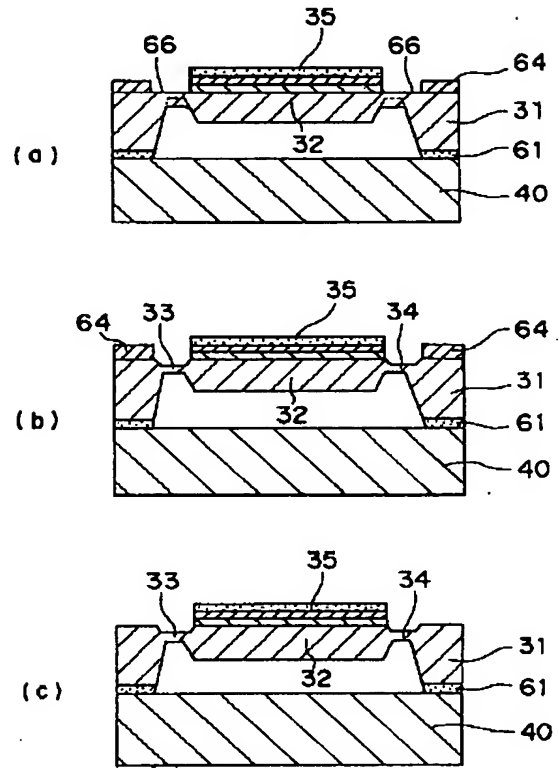
【図5】



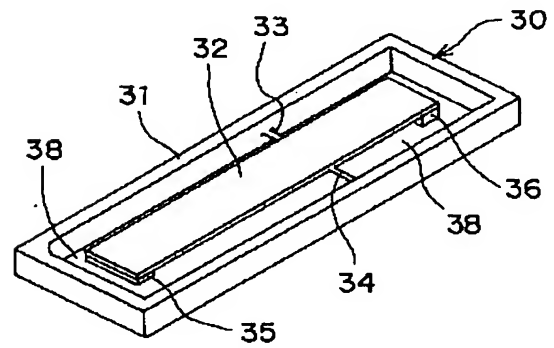
【図6】



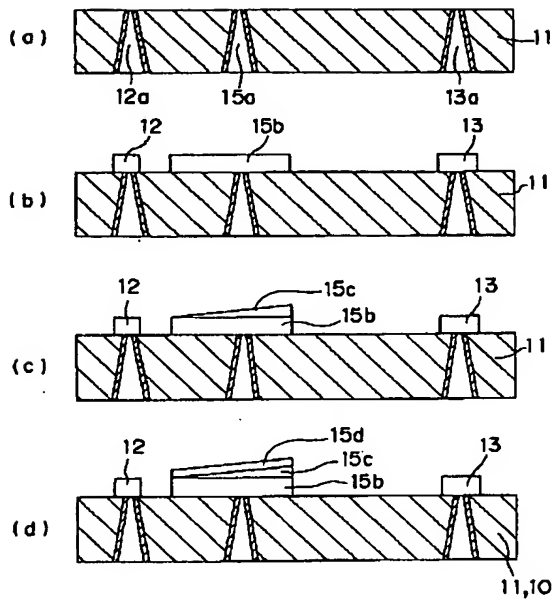
【図7】



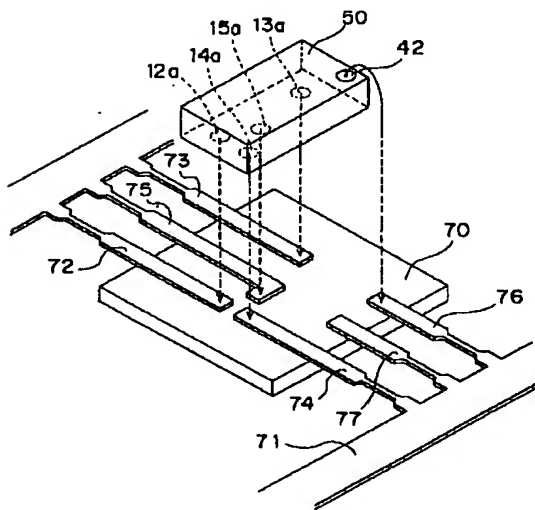
【図14】



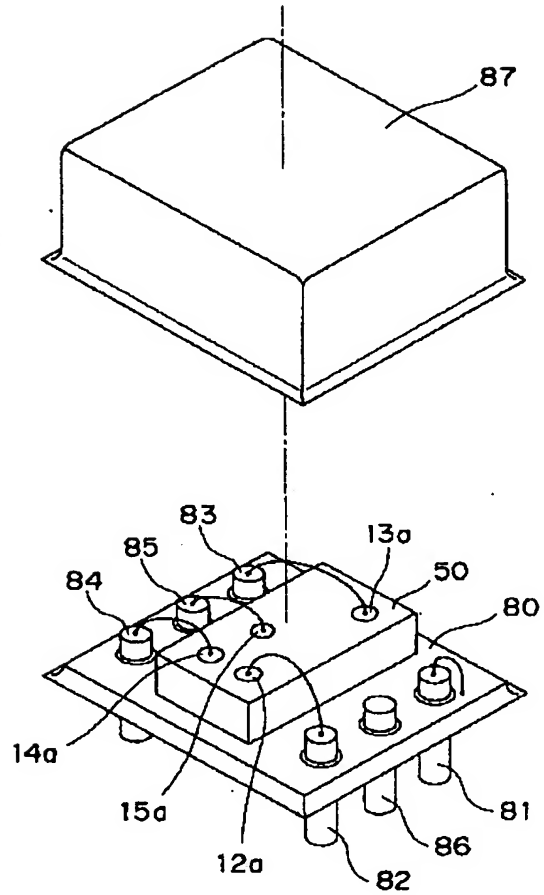
【图8】



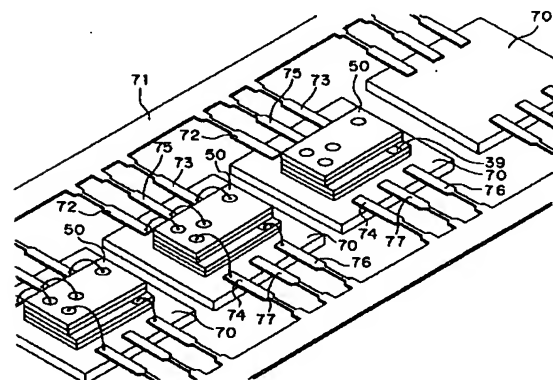
【図9】



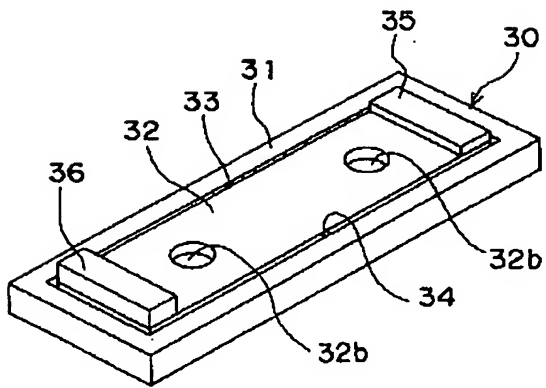
【図 10】



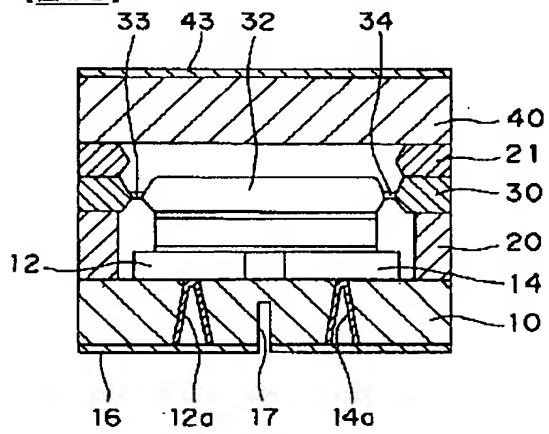
【図 1 1】



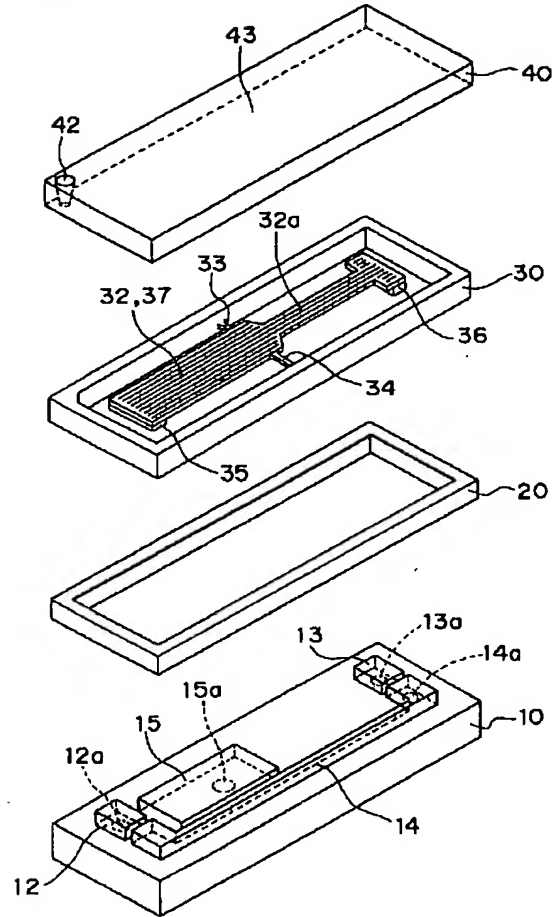
【図 1 5】



【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 6】

